

DOCKET NO.: 278508US26PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Kousuke YOSHIHARA, et al.
SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION
FILED: HERewith
INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP04/04359
INTERNATIONAL FILING DATE: March 26, 2004
FOR: HEAT PROCESSING APPARATUS AND HEAT PROCESSING METHOD

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

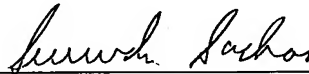
Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
Japan	2003-097840	01 April 2003

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP04/04359.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



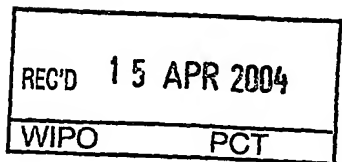
Steven P. Weihrouch
Attorney of Record
Registration No. 32,829
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number

22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

26. 3. 2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 4月 1日

出願番号
Application Number: 特願2003-097840
[ST. 10/C]: [JP 2003-097840]

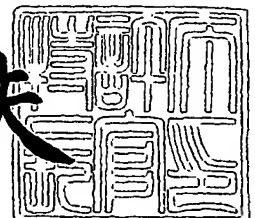
出願人
Applicant(s): 東京エレクトロン株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年10月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP023215

【提出日】 平成15年 4月 1日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 F28D 15/02

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 吉原 孝介

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 寺下 裕一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 雫石 桃子

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 大河内 厚

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 京田 秀治

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社



【代理人】

【識別番号】 100101878

【弁理士】

【氏名又は名称】 木下 茂

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 063692

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0110735

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 熱処理装置および熱処理装置内温度制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被処理基板に対して加熱処理を行なう熱処理装置において、前記被処理基板を加熱する熱板と、
前記熱板の加熱によって形成される加熱空間と、
前記加熱空間の上方に設けられ、前記加熱空間より温度の低い気体が流動する流動空間とを備え、

前記熱板の温度よりこの熱板に載置された被処理基板の上面温度が低く、また前記被処理基板の上面温度より前記加熱空間の温度が低く、更に前記加熱空間の温度よりも流動空間の温度が低く形成されることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 2】 前記加熱空間と流動空間とは、フィルタによって区分されることを特徴とする請求項 1 に記載された熱処理装置。

【請求項 3】 前記加熱空間の温度は、前記被処理基板の上面温度から、上方になるにしたがって徐々に温度が低下し、流動空間の温度となることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載された熱処理装置。

【請求項 4】 前記流動空間の上部に、該流動空間を流れる気体を冷却する冷却部が形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載された熱処理装置。

【請求項 5】 前記加熱空間の温度を検出し、前記冷却部の温度を制御することを特徴とする請求項 4 に記載された熱処理装置。

【請求項 6】 前記被処理基板の上面温度が 80℃以下であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載された熱処理装置。

【請求項 7】 前記流動空間の温度が略 23℃であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載された熱処理装置。

【請求項 8】 被処理基板に対して加熱処理を行なう熱処理装置において、前記被処理基板を加熱する熱板と、
前記熱板の加熱によって形成される加熱空間と、
前記加熱空間の上方に設けられ、気体供給口と気体排気口とを備えた流動空間

と、

前記気体供給口から供給された気体を前記気体排気口から排気することによって、前記流動空間に所定温度の気体の流れを生成する気流生成手段と、

前記流動空間の上方に設けられ、冷却水供給口と冷却水排出口とを備えた冷却部と、

前記冷却水供給口から供給された冷却水を前記冷却水排出口から排水することによって、前記冷却部に所定温度の水の流れを生成する水流生成手段と

を少なくとも備えることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 9】 前記加熱空間の上方に、フィルタが設けられていることを特徴とする請求項 8 に記載された熱処理装置。

【請求項 10】 前記フィルタには、前記フィルタと前記被処理基板との間の距離を変えるフィルタ昇降手段が設けられていることを特徴とする請求項 9 に記載された熱処理装置。

【請求項 11】 前記フィルタの温度を検出することにより、該フィルタの温度変化を監視するフィルタ温度監視手段を備え、

前記フィルタ温度監視手段によって、検出されたフィルタ温度またはフィルタ温度の変化を参照することにより、該フィルタと前記被処理基板との間の距離が調整されることを特徴とする請求項 10 に記載された熱処理装置。

【請求項 12】 前記気流生成手段は、気体の温度を所定の温度に調整する気体温度調整部と、

気体の流れを所定の流量に調整する送風部と

を少なくとも備えることを特徴とする請求項 8 乃至請求項 11 のいずれかに記載された熱処理装置。

【請求項 13】 前記水流生成手段は、冷却水の温度を所定の温度に調整する水温度調整部と、

水の流量を所定の流量に調整する送水部と

を少なくとも備えることを特徴とする請求項 8 乃至請求項 12 のいずれかに記載された熱処理装置。

【請求項 14】 前記加熱空間の温度を検出することにより、該加熱空間の温

度変化を監視する加熱空間温度監視手段を備え、

前記加熱空間温度監視手段によって、検出された加熱空間温度または加熱空間温度の変化を参照することにより、

前記水流生成手段の水温度調整部または、及び気流生成手段の気体温度調整部を制御することを特徴とする請求項 12 または請求項 13 に記載された熱処理装置。

【請求項 15】 被処理基板を加熱する熱板と、前記熱板の加熱によって形成される加熱空間と、前記加熱空間の上方に設けられ、気体が流動する流動空間とを備えた熱処理装置内温度制御方法において、

前記熱板の温度よりこの熱板に載置された被処理基板の上面温度が低く、また前記被処理基板の上面温度より前記加熱空間の温度が低く、更に前記加熱空間の温度よりも流動空間の温度が低くなるように、該流動空間の温度が制御されることを特徴とする熱処理装置内温度制御方法。

【請求項 16】 前記流動空間の上部に、該流動空間を冷却する冷却部が形成されていることを特徴とする請求項 15 に記載された熱処理装置。

【請求項 17】 前記加熱空間の温度を検出し、前記流動空間を流れる気体温度または、及び前記流動空間の上部に設けられた冷却部の温度を制御することによって、該流動空間の温度を制御することを特徴とする請求項 15 または請求項 16 に記載された熱処理装置内温度制御方法。

【請求項 18】 前記前記流動空間の温度が略 23℃に、かつ前記被処理基板の上面温度が 80℃以下に制御されることを特徴とする請求項 15 乃至請求項 17 のいずれかに記載された熱処理装置内温度制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被処理基板に対して加熱処理を行なう熱処理装置および熱処理装置内温度制御方法に関し、熱処理装置内の温度制御を行なうことにより、被処理基板上に形成されたパターンの現像処理の精度を向上させ、安定したパターン現像処理をする熱処理装置および熱処理装置内温度制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年においては、例えば半導体や液晶ディスプレイ等の電子デバイスの高集積化・高速化を図るため、その製造工程においてはプロセスの微細化が求められている。そのため前記製造工程のうち、フォトリソグラフィ工程においては、KrF（波長248nm）あるいはArF（波長193nm）等の短波長のエキシマレーザが露光装置の光源として広く使用されている。

【0003】

このフォトリソグラフィ工程のうち、被処理基板へのレジスト液の塗布および現像処理を行なう塗布現像装置において、被処理基板である半導体ウエハ（以下ウエハと呼ぶ）に対して加熱処理を行なう工程がある。

この加熱処理工程のうち、パターン露光後に行なわれるPEB（ポスト・エクスポージャ・ベーキング）は、露光後に現像処理の進行を促すために行なわれる。よりパターンの微細化を求めることができるArFレジストをレジスト液として用いる場合、KrFレジスト使用時の約3～4nm/℃の感度に比べて約10nm/℃という感度でPEB工程が進行する。

即ち、処理するウエハによって熱処理装置内の温度が異なれば、パターン幅が大きく異なり、ばらつきが生じる。そのため、従来から、熱処理装置内に設けられた、ウエハを加熱する熱板の厳密な温度管理がなされている。

【0004】

また、一方、ウエハに対する加熱処理のレシピ変更を行なう場合には、通常、現在の加熱処理を一旦終了し、その後新しいレシピに沿って熱処理装置内の温度を新たな設定値にまで上昇させている。

このとき、熱処理装置内は、その床部に設置された熱板により加熱されるが、熱処理装置の蓋部も熱板の輻射熱により時間をかけて加熱されている。このため、蓋部の温度は熱板の輻射熱によって自然にゆっくりと変動し、この間にウエハ処理が再開されると、最初に処理されるウエハ数枚がその影響を受け、パターン幅等に影響が出ることが知られている。

【0005】

このような課題に対して、特許文献1（特開2002-228375号公報）において、図11に示すように蓋部にヒートパイプを取り付けることが提案されている。なお、図11は熱処理装置の蓋部である蓋体200の構成の概略を示す平面図である。

この蓋体200は、アルミニウムまたはステンレス鋼で作られ、略円筒状の形態を有している。この蓋体上部200aには、熱伝導性及び熱応答性に優れた伝熱素子であるヒートパイプ201が内蔵され、蓋体200の温度が周辺温度の変動、例えば熱板温度の変動に素早く応答し、熱伝導により迅速に蓋体温度を安定させることができるように構成されている。

【0006】

【特許文献1】

特開2002-228375号公報（第4頁右欄第4行乃至第5頁左欄第5行、第4図乃至第7図）

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、前記したように、熱処理装置内に設けられた、ウエハを加熱する熱板の厳密な温度管理をしても、熱板から常に熱が放出されるため、略密閉空間である熱処理装置内部には熱がこもり、内部に乱流が生じる虞があった。

このような現象は、パターンの線幅を増幅させ、またウエハから生じた昇華物が乱流によって再びウエハに落ちてしまう等のトラブルの原因となることが知られている。

【0008】

また、前記した特許文献1においては、蓋部にヒートパイプを取り付け、蓋部を冷却する技術が示されているが、この特許文献1に示されている技術は、熱処理開始に際し、熱処理装置の蓋体を熱板からの熱に素早く反応させ、熱処理装置内の温度を早く安定させようというものであり、熱処理中については何ら考慮されていない。

また、前記特許文献1の技術を熱処理中に使用し、蓋体を含めた熱処理装置内の温度を素早く熱板の温度まで追従させ、一定温度に保っていたとしても、熱板

から常に熱が放出されるため、前記した場合と同様に、略密閉空間である熱処理装置内部には熱がこもり、乱流が生じる虞がある。

【0009】

本願発明者らは、熱処理装置内部の温度を、より均一、即ちより同一温度になすという従来の考え方と異なる、新たな考えに基づいて本発明を想到するに至ったものである。即ち、本願発明者らが、鋭意研究した結果、熱処理装置内部全体を均一、同一の温度にせず、下方向から上方向に向かって徐々に温度が低下するように内部温度を制御する方が熱がこもり難く、乱流が生じ難く、パターンの線幅を的確に制御できることを知見した。

【0010】

本発明は、前記したような事情の下になされたものであり、熱処理装置内の温度制御を行なうことにより、被処理基板上に形成されたパターンの現像処理の精度を向上させ、安定したパターン現像処理をすることのできる熱処理装置および熱処理装置内温度制御方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明にかかる熱処理装置は、被処理基板に対して加熱処理を行なう熱処理装置において、前記被処理基板を加熱する熱板と、前記熱板の加熱によって形成される加熱空間と、前記加熱空間の上方に設けられ、前記加熱空間より温度の低い気体が流動する流動空間とを備え、前記熱板の温度よりこの熱板に載置された被処理基板の上面温度が低く、また前記被処理基板の上面温度より前記加熱空間の温度が低く、更に前記加熱空間の温度よりも流動空間の温度が低く形成されることを特徴とする。

【0012】

このように、本発明にかかる熱処理装置は、熱処理装置内部に、熱板の加熱によって形成される加熱空間と、前記加熱空間の上方であって、加熱空間より温度の低い気体が流動する流動空間とを設け、前記被処理基板の上面温度より前記加熱空間の温度が低く、更に前記加熱空間の温度よりも流動空間の温度が低くなるように形成されている。

この結果、熱処理装置内部に極わずかな上昇気流が生じ、内部に熱がこもることも無く、乱流も抑制され、適正なパターンの線幅を得ることができる。

【0013】

ここで、前記加熱空間と流動空間とは、フィルタによって区分されることが望ましい。このように、フィルタによって加熱空間と流動空間とに区分されるため、ウエハに塗布されたレジスト液、現像液中の物質が加熱により昇華し、流動空間で冷却し固化した場合にも、固化物のウエハ上の落下を防止できる。

【0014】

前記加熱空間の温度は、前記被処理基板の上面温度から、上方になるにしたがって徐々に温度が低下し、流動空間の温度となることが望ましい。

このように、加熱空間の温度は、前記被処理基板の上面温度から、上方になるにしたがって徐々に温度が低下し、流動空間の温度となるため、大きな上昇気流は抑制され、極わずかな上昇気流が生じ、適正なパターンの線幅を得ることができる。

【0015】

また、前記流動空間の上部に、該流動空間を流れる気体を冷却する冷却部が形成されていることが望ましい。このように、冷却部が設けられているため、流動空間内の温度を適性に制御することができる。

なお、前記加熱空間の温度を検出し、前記冷却部の温度を制御するのが好ましい。具体的には、前記被処理基板の上面温度が80℃以下、前記流動空間の温度が略23℃に制御されるのが好ましい。

【0016】

また、上記課題を解決するために、本発明にかかる熱処理装置は、被処理基板に対して加熱処理を行なう熱処理装置において、前記被処理基板を加熱する熱板と、前記熱板の加熱によって形成される加熱空間と、前記加熱空間の上方に設けられ、気体供給口と気体排気口とを備えた流動空間と、前記気体供給口から供給された気体を前記気体排気口から排気することによって、前記流動空間に所定温度の気体の流れを生成する気流生成手段と、前記流動空間の上方に設けられ、冷却水供給口と冷却水排出口とを備えた冷却部と、前記冷却水供給口から供給され

た冷却水を前記冷却水排出口から排水することによって、前記冷却部に所定温度の水の流れを生成する水流生成手段とを少なくとも備えることを特徴としている。

このように構成されているため、前記被処理基板の上面温度より前記加熱空間の温度を低く、かつ前記加熱空間の温度よりも流動空間の温度を低くすることができ。この結果、熱処理装置内部に極わずかな上昇気流が生じ、内部に熱がこもることも無く、乱流も抑制され、適正なパターンの線幅を得ることができる。

【0017】

また、前記加熱空間の上方に、フィルタが設けられていることが望ましく、また、前記フィルタには、前記フィルタと前記被処理基板との間の距離を変えるフィルタ昇降手段が設けられていることが望ましい。

このように、加熱空間と流動空間との間にフィルタが設けられているため、ウエハに塗布されたレジスト液、現像液中の物質が加熱により昇華し、流動空間で冷却し固化した場合にも、該昇華物（固化物）のウエハ上の落下を防止できる。

また、フィルタ昇降手段が設けられているため、フィルタを適正な位置に配置することができる。また、例えば処理レシピ変更による前記熱処理装置内の温度設定が変わったときに、それに合わせてフィルタの高さ調整を行なうことができる。なお、前記フィルタは、流動空間を流れる気体が不必要に下降し、加熱空間内の流れを乱さないように、いわゆる整流作用をなす機能も有する。

【0018】

また、前記フィルタの温度を検出することにより、該フィルタの温度変化を監視するフィルタ温度監視手段を備え、前記フィルタ温度監視手段によって、検出されたフィルタ温度またはフィルタ温度の変化を参照することにより、該フィルタと前記被処理基板との間の距離が調整されることが望ましい。

このように構成されているため、例えば、前記フィルタ昇降手段に被処理基板からの昇華物（固化物）発生温度を予め設定しておき、前記フィルタ昇降手段が、前記フィルタ温度監視手段の検出したフィルタ温度と、前記昇華物（固化物）発生温度とを比較することによって、フィルタと被処理基板間の距離を自動調整すれば、昇華物（固化物）を確実に捕集することができる。

【0019】

また、前記気流生成手段は、気体の温度を所定の温度に調整する気体温度調整部と、気体の流量を所定の流量に調整する送風部とを少なくとも備えることが望ましい。このように構成されているため、流動空間の温度を制御することができる。

また、前記水流生成手段は、冷却水の温度を所定の温度に調整する水温度調整部と、水の流量を所定の流量に調整する送水部とを少なくとも備えることが望ましい。このように構成されているため、流動空間の温度を制御することができる。

【0020】

また、上記課題を解決するために、本発明にかかる熱処理装置内温度制御方法は、被処理基板を加熱する熱板と、前記熱板の加熱によって形成される加熱空間と、前記加熱空間の上方に設けられ、気体が流動する流動空間とを備えた熱処理装置内温度制御方法において、前記熱板の温度よりこの熱板に載置された被処理基板の上面温度が低く、また前記被処理基板の上面温度より前記加熱空間の温度が低く、更に前記加熱空間の温度よりも流動空間の温度が低くなるように、該流動空間の温度が制御されることを特徴としている。

このように制御されるため、熱処理装置内部に極わずかな上昇気流が生じ、内部に熱がこもることも無く、乱流も抑制され、適正なパターンの線幅を得ることができる。

【0021】

また、前記流動空間の上部に、該流動空間を冷却する冷却部が形成されていることが望ましい。また、前記加熱空間の温度を検出し、前記流動空間を流れる気体温度または、及び前記流動空間の上部に設けられた冷却部の温度を制御することによって、該流動空間の温度を制御することが望ましい。

具体的には、前記前記流動空間の温度が略 23℃に、かつ前記被処理基板の上面温度が 80℃以下に制御される。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、本発明にかかる熱処理装置および熱処理装置内温度制御方法につき、図1乃至図7に示す一実施の形態に基づいて説明する。

図1は本発明にかかる熱処理装置が適用されるPEB（ポスト・エクスポージャ・ベーキング）装置が含まれたパターン形成装置の概略平面図である。図2はPEB装置の概略側面図、図3は概略平面図である。そして、図4はPEB装置内の加熱空間の概略平面図、図5は冷却部の概略平面図、図6は流動空間の概略平面図、図7は、熱板の変形例を示す断面図である。

【0023】

先ず本発明にかかる熱処理装置が適用されるPEB装置が含まれたパターン形成装置について、図1を用いて説明する。図1の平面図に符号100で示すパターン形成装置は、塗布現像装置50と、これに接続された露光装置90により構成される。

塗布現像装置50は、被処理基板である複数枚のウエハWを収納したカセットCSが搬入出される搬入出部60と、露光前においてはウエハWにArFレジストを塗布し、且つ露光後においては現像を行なう塗布現像部70と、塗布現像部70と露光装置90との間でウエハWの受け渡しを行なうインタフェイス部80とからなる。

そして、塗布現像装置50は、ウエハWに塗布されたレジストに対しArFエキシマレーザを光源として露光する露光装置90とインライン接続されている。

【0024】

また、前記塗布現像装置50の搬入出部60は、カセットCSと塗布現像部70との間でウエハWを搬送する搬送手段61を備えている。

また塗布現像部70は、塗布部76と、現像部77と、2つまたは3つの処理ユニット71、73、75とを備えている。図示しないが、処理ユニット71、73、75には夫々プリ・ベーキング装置、PEB装置、ポスト・ベーキング装置、疎水化処理装置そして冷却装置等が多段に構成されている。

なお、破線で示した処理ユニット73は着脱自在であり、装着時には案内レール74に沿って移動可能に形成されている。

【0025】

また、塗布現像部 70 は、搬入出部 60、塗布部 76、現像部 77、処理ユニット 71、73、75 及びインタフェイス部 80 との間でウエハ W を搬送する搬送手段 72 を備えている。

この搬送手段 72 は図示しない駆動機構により例えば昇降自在、左右、前後に移動自在かつ鉛直軸まわりに回転自在に構成されている。

【0026】

またインタフェイス部 80 には、露光装置 90 から戻ってきたウエハ W の周縁部のみを露光する周縁露光装置 81 と、ウエハ W の載置部 83 と、載置部 83、周縁露光装置 81、露光装置 90 との間でウエハ W を搬送する搬送手段 82 とを備えている。

なお、インタフェイス部 80 の載置部 83 は、例えばバッファ用の保持棚を 2 段に積み重ねてできている。

【0027】

また、露光装置 90 は、露光前のウエハ W を載置する処理前ステージ 91 と、露光を行なう真空室 95 と、露光用の光源 94 と、露光後のウエハ W を載置する処理後ステージ 92、各ステージ 91、92、真空室 95 との間でウエハ W を搬送する搬送アーム 93 とを備えている。

【0028】

以上のように構成されたパターン形成装置 100 におけるウエハ W の処理は次のように行なわれる。

まず、外部からウエハ W が収納されたウエハカセット CS が搬入出部 60 に搬入され、そこで搬送手段 61 によりカセット CS 内からウエハ W が取り出される。そのウエハ W は、搬送手段 72 を介して、処理ユニット 71 に渡されて、そこで疎水化处理される。

次いで、ウエハ W は塗布部 76 に送られ、そこでレジスト液を塗布されてレジスト膜が形成される。それからウエハ W は処理ユニット 71 内のプリ・ベーキング装置においてプリ・ベーク処理された後、搬送手段 72、82 を介してインタフェイス部 80 に送られる。

【0029】

このウエハWはインタフェイス部80内の載置部83に一旦収納され、そこで露光装置90内の雰囲気温度と同じ温度に設定された後、露光装置90に送られる。露光後、ウエハWは再びインタフェイス部80に戻され、周縁露光装置81にてその周縁部のみを露光された後、現像部77に空きがない場合には一旦インタフェイス部80内の載置部83に収納される。

次いでウエハWは、図示しない受け渡し部を経由して処理ユニット75内のPEB装置に送られ、そこでポスト・エクスポージャ・ベーキング処理された後に、さらに処理ユニット75内の冷却装置で冷却される。冷却後、ウエハWは現像部77にて現像処理され、レジストマスクが形成される。

【0030】

その後、ウエハWは、処理ユニット71あるいは75内のポスト・ベーキング装置に搬送されてポスト・ベーキング処理される。その処理の後、処理ユニット71あるいは75内の冷却装置で冷却される。そして図示しない受け渡し部を経由して搬入出部60上のカセットCS内に戻され、一連の所定の塗布現像処理が終了する。

【0031】

続いて、本発明にかかる加熱処理装置が適用される前記PEB装置について詳細に説明する。PEB装置は、内部に載置されたウエハWを加熱することにより、露光後にレジストに発生した酸を増幅させて反応を速めるために設けられている。

このPEB装置は、図2および図3の符号1に示すように略直方体形状の熱処理装置である。図2の側面図に示すように、装置内は略3つのエリアに分けられ、下から加熱空間30、流動空間31、そして冷却部32に分けられる。

【0032】

先ず、加熱空間30は、被処理基板であるウエハWを加熱するために、熱処理装置1の下方に設けられている。この加熱空間30においては、図2の側面図および図4の熱板の平面図に示すように、底部に熱板2が設けられている。そして、この熱板2上には、例えば4つの支持ピン4が設けられ、この支持ピン4によって、ウエハWを保持するように構成されている。

なお、支持ピン 4 は、ウエハ W を熱板 2 の上に直接載置することを回避することによって、ウエハ W の上下面から略均一に熱を加えると共に、埃等の付着を防ぐために設けられている。前記熱板 2 を図 7 に示すように、その外周囲を囲む突起部 2 a を形成し、その突起部 2 a によって形成される凹部内にウエハを収納しても良い。このように形成することによって、外気の回り込みを抑制することができ、ウエハ面内の均一性を向上させることができる。

また、熱板 2 には熱板温度調整部 3 が接続されており、その温度が設定された温度に保持されるように構成されている。

【0033】

次に加熱空間 30 の上方である流動空間 31 は、加熱空間 30 内の雰囲気気を浄化（パージ）するために設けられている。この流動空間 31 においては、図 2 の側面図および図 6 の流動空間の平面図に示すように、相対向する側面部に気体供給口であるエア供給口 8 が設けられている。

このエア供給口 8 から成分、温度および流量調整されたエアが供給され、流動空間 31 の中心部の上に設けられた気体排気口である吸気口 9 a から吸引部 10 によって吸引されて排気口 11 から排気されるように構成されている。

また、エア供給口 8 から供給されるエアはエア供給源 20 によって生成され、気流生成手段である送風部 18、温度調整部（気体温度調整部）19 によって供給される。そして、前記気体温度調整部 19 と送風部 18 とにより、流動空間の温度を制御することができる。

【0034】

そして、流動空間 31 の上方に設けられ、PEB 装置 1 の天井部に位置する冷却部 32 は、熱板 2 からの加熱によって必要以上に温度上昇しようとする加熱空間 30（流動空間 31）の雰囲気気温度を冷却水によって下げ、被処理基板の上面温度から、上方になるにしたがって徐々に温度を低下させるために設けられている。

この冷却部 32 においては、図 2 の平面図および図 5 の冷却部 32 の平面図に示すように、冷却水供給口 13 と冷却水排出口 14 とが相対向する側面に備えられている。冷却水供給口 13 には、冷却水供給源 15 によって生成された冷却水

が、水流生成手段である温度調整部（水温度調整部）16 および送水部17によって温度調整された流水として供給され、冷却部32内を流れて冷却水排出口14から排出されるように構成されている。

また、冷却部32の中央部には流動空間の吸気口9aから吸引部10までを連通した吸気管9が貫通されているが、冷却部を流れる冷却水はこの吸気管9を迂回して流れるように構成されている。

【0035】

また、加熱空間30の上方であって加熱空間30と流動空間31の略境界面には、例えば2層のメッシュ構造に形成されたアルミニウム製のフィルタ6が壁材5の内壁面に接して取り付けられている。このフィルタ6は図6の流動空間部31の平面図に示すようにPEB装置1の内部平面形状に合わせて矩形形状に形成されている。

このフィルタ6は、熱板2によって加熱されたウエハWから発生する昇華物（固化物）を捕集する役目を担っている。すなわち、熱板2からの加熱によってウエハWから生じた気化物は流動空間31の気流によって吸気口9aから吸い出されるが、その一部は冷却部32による冷却作用により固体化し、再びウエハWの表面上に落下して付着する虞がある。そのため、フィルタ6によって固体化した昇華物（固化物）を捕集し、ウエハWの表面上に落下しないように構成されている。

【0036】

また、流動空間部には前記したように気体が供給されているため、流動空間を流れる気体が不必要に下降して、加熱空間内の流れ（温度差に基づく僅かの上昇気流）を乱す虞がある。前記フィルタ6は、流動空間を流れる気体の不必要な下降を抑制する、いわゆる整流作用をなす機能も有する。

【0037】

なお、このフィルタ6の相対向する両端部には当該フィルタ6の温度変化を監視する、例えば温度センサー等のフィルタ温度監視手段およびフィルタ6の高さ調整を行なうフィルタ昇降手段の機能を備えたフィルタ調整機構7が取り付けられている。

このフィルタ調整機構 7 はフィルタ 6 の温度を検出することによって温度変化を監視し、その温度変化に従ってフィルタ 6 の高さ調整（ウエハ W とフィルタ 6 との間の距離の調整）を自動的に行なうように構成されている。

例えば処理レシピが異なり、ウエハ W からの昇華物が固体化する温度が異なる場合等に、フィルタ調整機構 7 にはその処理レシピにおける昇華物（固化物）発生温度が予め設定される。そして、検出したフィルタ温度と、前記昇華物（固化物）発生温度とを比較することによってフィルタの高さが自動調整され、自動的に昇華物（固化物）が捕集できるようにされている。

また、このフィルタ 6 は取り外し可能に構成されているため定期的にフィルタ 6 を交換することができ、また、使用済みのフィルタ 6 は取り外して洗浄処理することにより再度使用できるように構成されており、メンテナンスが容易となっている。

【0038】

更に、図示しないが、前記加熱空間には温度センサー等の加熱空間温度監視手段が設けられている。そして、前記加熱空間温度監視手段によって、検出された加熱空間温度または加熱空間温度の変化を参照することにより、前記水流生成手段の水温度調整部、気流生成手段の気体温度調整部を制御するように構成されている。

【0039】

以上のように構成された P E B 装置 1 の処理時の内部温度状況について説明する。なお、供給される気体としてエアである場合を例に説明するが、例えば、このエアの代わりに窒素ガスを用いても良い。

予め、P E B 装置 1 においては内部の温度調整がなされた状態となっている。即ち、先ず、熱板 2 は熱板温度調整部 3 によって、例えば 140℃ に設定され、140℃ まで熱せられた後、その温度が保持される。

そして、エア供給源 20 によって、例えば湿度 45% のエアが生成され、温度調整部 19 によって、例えば 23℃ に調整されたエアが送風部 18 により、例えば流量 10 L/min でエア供給口 8 から P E B 装置 1 内に供給される。

また、吸引部 10 が稼動することにより、流動空間 31 にはエア供給口 8 から



吸気口 9 a に向かう気流が生成される。同時に加熱空間 30 には僅かの上昇気流が生じ、吸引部 9 a から吸引されて排気口 11 から排気される。

なお、加熱空間 30 においては、エア供給口 8 から供給されたエアが微量に流れ込むことによって、僅かな下降気流が形成されるが、前記した上昇流の流れを大きく乱すものではない。この結果、加熱空間 30 内の気体が常に浄化（パージ）される。

【0040】

一方、冷却水供給源 15 によって冷却水が生成され、該冷却水は、温度調整部によって例えば 23℃ に温度調整されて、送水部 17 によって例えば 1 L/min の流量で冷却水供給口 13 から冷却部 32 内に供給される。

この冷却水供給口 13 から供給された冷却水は冷却水排出口 14 から外部に排出されることによって、冷却部 32 には水流が形成される。これによって下方に位置する流動空間 31 を常に一定の温度（例えば 23℃）に冷却することができる。

【0041】

このように、熱板 2 は常に一定の温度（例えば 140℃）で加熱するため、加熱空間 30 内には熱が籠もり、それによって温度がさらに上昇しようとする。

しかしながら、流動空間 31 内へのエアの供給、前記した冷却部 32 による冷却によって、前記加熱空間 30 から放熱され、熱のこもりが抑制される。その結果、加熱空間 30 の下方に位置するウエハ W 載置部周辺は、処理に最適な温度に保持される。具体的には、ウエハの上面温度が例えば 80℃ 以下に制御される。

【0042】

なお、前記の熱板 2 の設定温度および前記気流生成手段による気流の温度、さらには前記水流生成手段による冷却水の温度等は、処理レシピに従って加熱空間 30 内のウエハ W への加熱処理が行なえるように夫々設定される。

特に、前記気流生成手段による気流の温度は、前記水流生成手段による冷却水の温度と等しくすることによって、より効果的に加熱空間 30（流動空間 31）を冷却することができる。

【0043】

このように予め温度管理された P E B 装置 1 に対して、ウエハ W に対する処理は次のように行なわれる。

露光装置 90 における露光処理終了後、ウエハ W は搬送手段 72 によって処理ステーション 75 内の P E B 装置 1 に搬入される（図 1、図 2 参照）。

このとき P E B 装置 1 の壁面に設けられた図示しない搬入口からウエハ W は搬入されて、熱板 2 上の支持ピン 4 上にレジスト塗布面を上にして載置される。

前記支持ピン 4 上に載置されたウエハ W に対しては、その下面側から熱板 2 により略 140℃ の熱が加えられ、ここで所定時間、加熱によるポスト・エクスポージャ・ベーキング処理が行なわれる。

このとき、ウエハ W が加熱されることによって、ウエハ W から気化物が生じ、その多くは吸気口 9a から吸引され、排気口 11 から排出される。但し、気化物の一部は流動空間 31 の冷却作用によって温度が低下し、固体化するが、それら昇華物（固化物）はフィルタ 6 上に落下し、捕集される。

【0044】

【実施例】

次に、図 1 に示した本発明にかかる P E B 装置（実施例 1）と、従来の熱板のみで本発明にかかるエア供給手段、冷却水供給手段を有しない P E B 装置（比較例 1）を用いて、ウエハに塗布されたレジスト上層部の温度測定した。測定ポイントとして 5 つのポイントで測定した。

そのときの条件は、両者の熱板 2 の温度を 140℃ とし、実施例にあつては、湿度 45%、23℃ のエアを毎分 2 リットルで供給した。また、23℃ の冷却水を毎分 1 リットルで冷却部内に供給した。

その測定結果を図 8 に示す。この測定結果から明らかなように、実施例 1 にあつては、全ての測定ポイントで 80℃ 以下であった。これに対して、比較例 1 では、略 95℃ であった。

【0045】

次に、ウエハ上層部の温度がパターン線幅、線幅の均一性に与える影響について、実験した。

この実験にあつては、図 1 に示した本発明にかかる P E B 装置（実施例）と、

熱板及び図 11 に示すヒートパイプを有する PEB 装置（比較例）を用いて、ウエハ上層部の温度を測定した。そのときの条件は、両者の熱板 2 の温度を 130℃とし、純粹にウエハ上層部の温度影響を検証するため、両者の装置内部へのエアパージを行わないこととした。

また、実施例にあっては、23℃の冷却水を毎分 1 リットルで冷却部内に供給した場合（実施例 2）と、40℃の冷却水を毎分 1 リットルで冷却部内に供給した場合（実施例 3）について、ウエハ上層部の温度を測定した。一方、比較例にあっては、ヒートパイプが形成された蓋部の温度が 100℃の場合（比較例 2）と、前記蓋部の温度が 125℃の場合（比較例 3）について、ウエハ上層部の温度を測定した。

その結果を図 9 および図 10 に示す。

【0046】

図 9 のグラフから明らかなように、ウエハ上層部の温度が冷却されて低いほど、パターンの線幅が細くなっていることがわかる。一般的に、パターンの線幅は露光量が多くなると細くなり、露光量が少ないと太くなる。

このことから、前記ウエハ上層部の温度を冷却して調整すれば、露光量を少なくしても必要な細さの線幅にすることができる。その結果、露光時間を短縮することができるという効果も得ることができる。即ち、全体の処理時間の短縮につながり、生産性を向上することができる。

【0047】

また、図 10 のグラフから、ウエハ上層部の温度が冷却されて低いほど、ウエハ面内のパターン線幅のばらつきが少なく均一性が向上していることがわかる。

即ち、前記ウエハ上層部の温度を冷却して調整すれば、塗布現像処理における不良を減少し、歩留まりを向上することができる。

以上の実験結果からも、本発明者等は、本発明にかかる熱処理装置および熱処理装置内温度制御方法の有効性を確認することができた。

特に、ウエハ上層部の温度が 80℃以下になると、95℃以上の温度の場合に比べて、線幅、線幅均一性が急激に改善されることが確認された。

【0048】

なお、前記一実施の形態においては、本発明にかかる熱処理装置を塗布現像処理装置における P E B 装置に適用したが、これは他の熱処理装置、すなわちプリ・ベーキング装置やポスト・ベーキング装置に適用してもよい。

また、前記した本発明にかかる熱処理装置を適用した P E B 装置が含まれる塗布現像装置の構成および動作は一例であって、これに限るものではない。

【0049】

【発明の効果】

以上の説明で明らかなとおり、熱処理装置内の温度制御を行なうことにより、被処理基板上に形成されたパターンの現像処理の精度を向上させ、安定したパターン現像処理をすることのできる熱処理装置および熱処理装置内温度制御方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は本発明にかかる熱処理装置が適用された P E B 装置が含まれたパターン形成装置の平面図である。

【図2】

図2は、P E B 装置の側面図である。

【図3】

図3は、P E B 装置の平面図である。

【図4】

図4は、P E B 装置内の加熱空間の平面図である。

【図5】

図5は、P E B 装置内の冷却部の平面図である。

【図6】

図6は、P E B 装置内の流動空間の平面図である。

【図7】

図7は、熱板の変形例を示す断面図である。

【図8】

図8は、P E B 装置のレジスト上層部の温度を示した図である。

【図 9】

図 9 は、ウエハ上層部の温度とパターン線幅の関係を示したグラフである。

【図 10】

図 10 は、PEB 装置のウエハ上層部の温度と処理されたウエハ面内のパターン線幅均一性の関係を示したグラフである。

【図 11】

従来技術における熱処理装置の蓋体の平面図である。

【符号の説明】

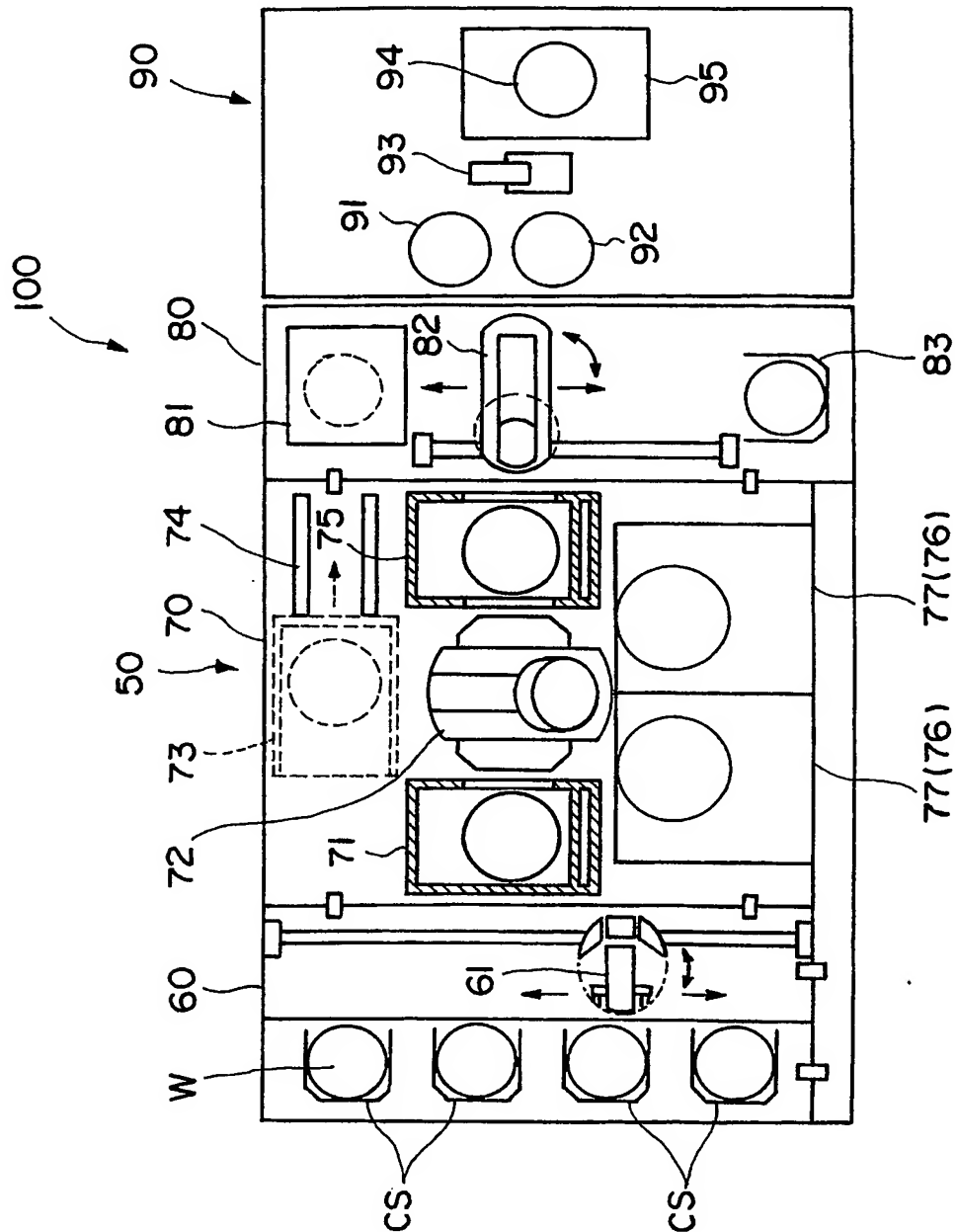
- | | |
|-----|----------|
| 1 | PEB 装置 |
| 2 | 熱板 |
| 3 | 熱板温度調整部 |
| 4 | 支持ピン |
| 5 | 壁材 |
| 6 | フィルタ |
| 7 | フィルタ調整機構 |
| 8 | エア供給口 |
| 9 | 吸気管 |
| 9 a | 吸気口 |
| 10 | 吸引部 |
| 11 | 排気口 |
| 13 | 冷却水供給口 |
| 14 | 冷却水排出口 |
| 15 | 冷却水供給源 |
| 16 | 温度調整部 |
| 17 | 送水部 |
| 18 | 送風部 |
| 19 | 温度調整部 |
| 20 | エア供給源 |
| 30 | 加熱空間 |

3 1 流動空間
3 2 冷却部
5 0 塗布現像装置
1 0 0 パターン形成装置
W ウエハ

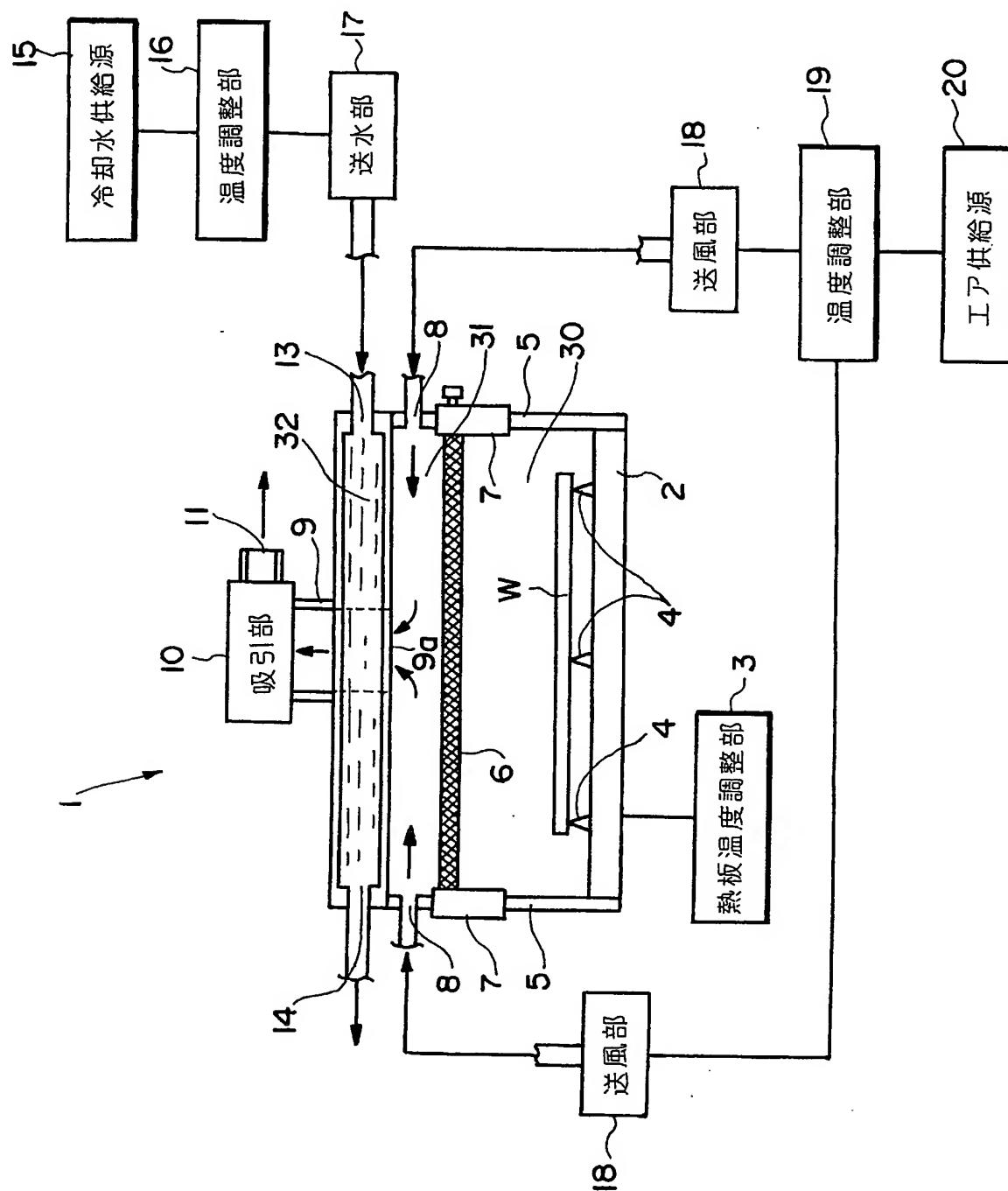
【書類名】

図面

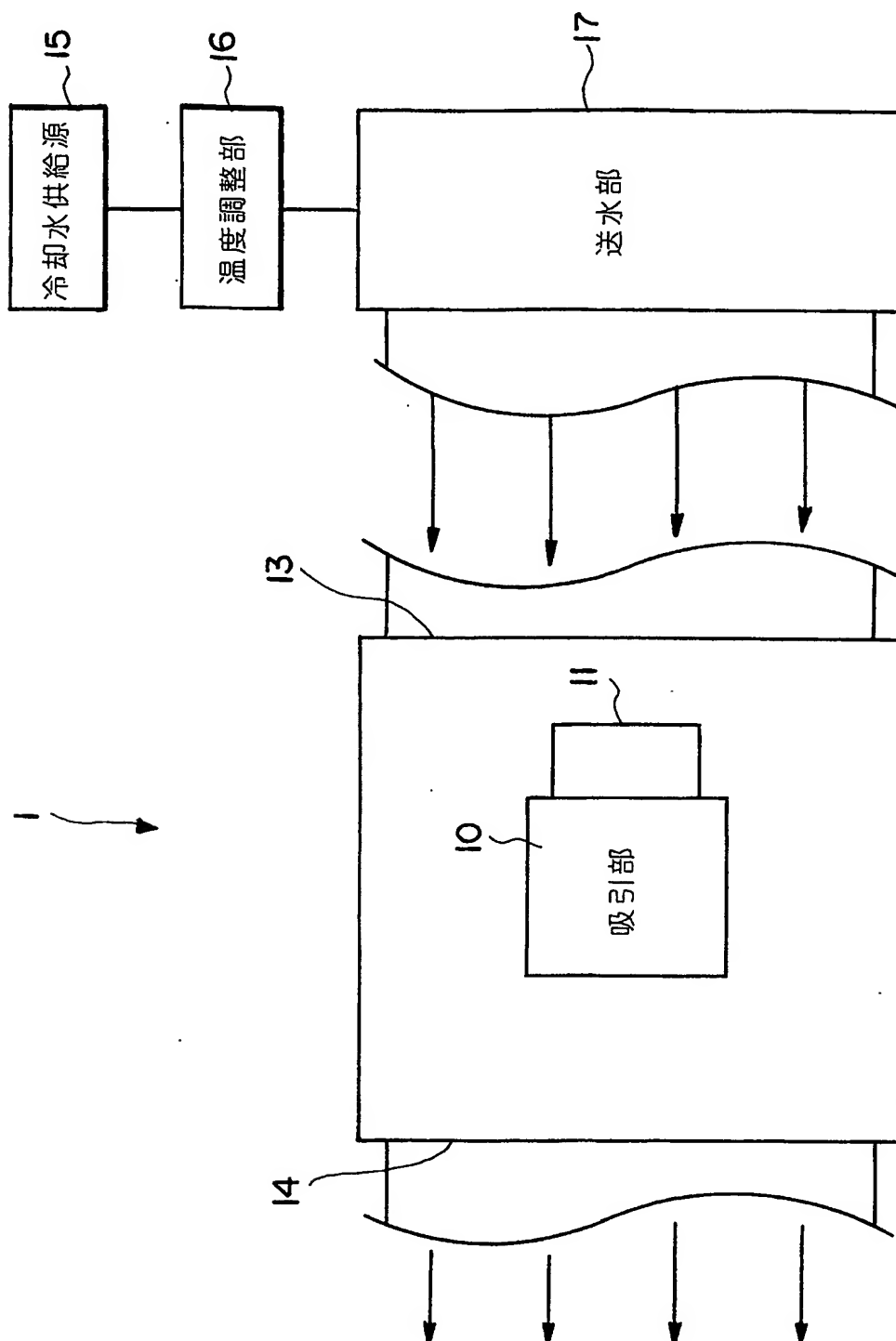
【図 1】



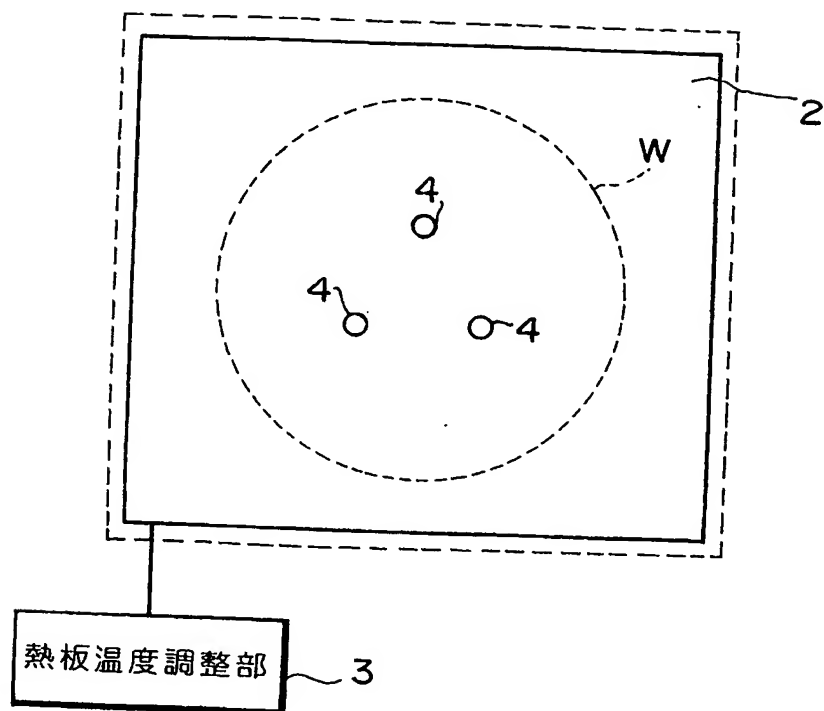
【図 2】



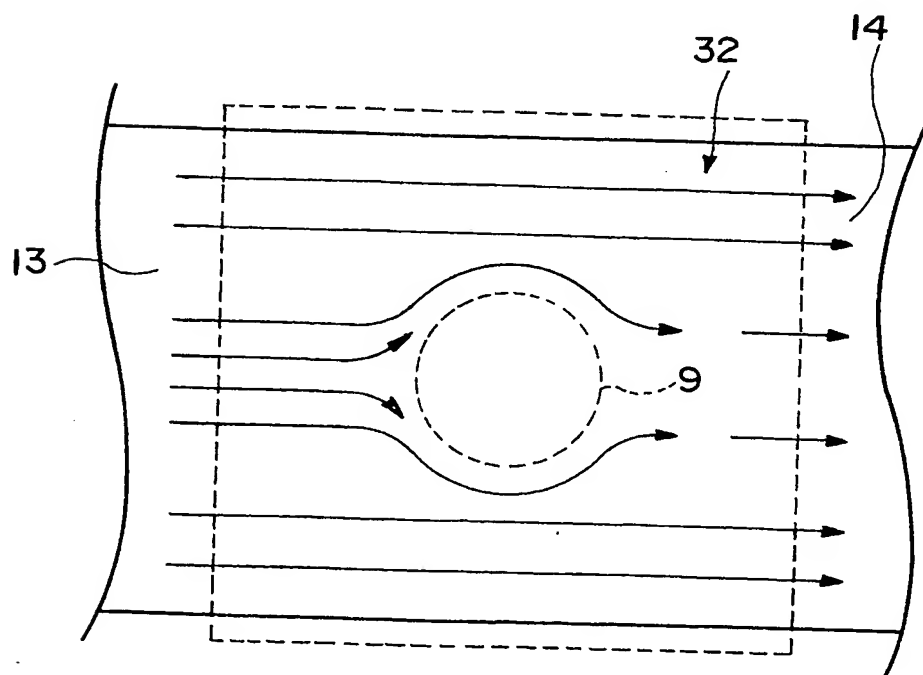
【図 3】



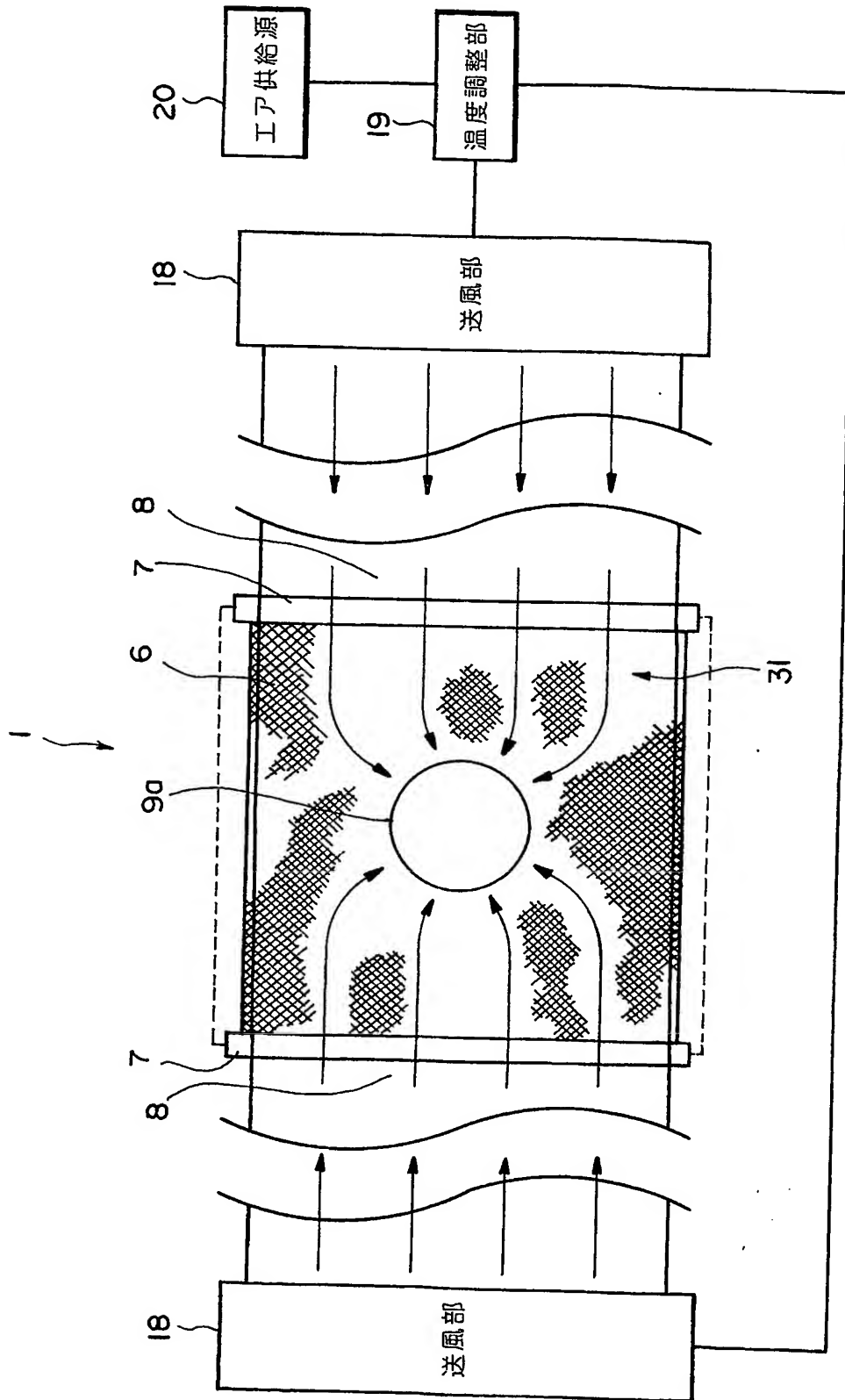
【図 4】



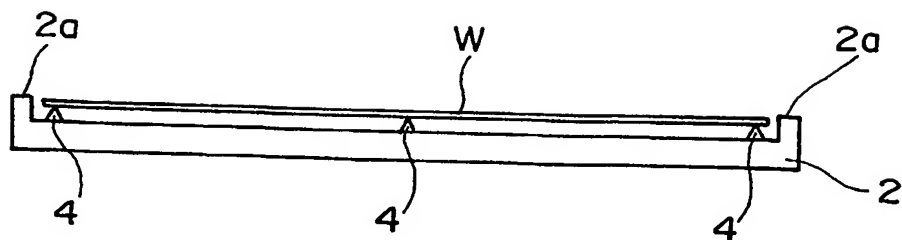
【図 5】



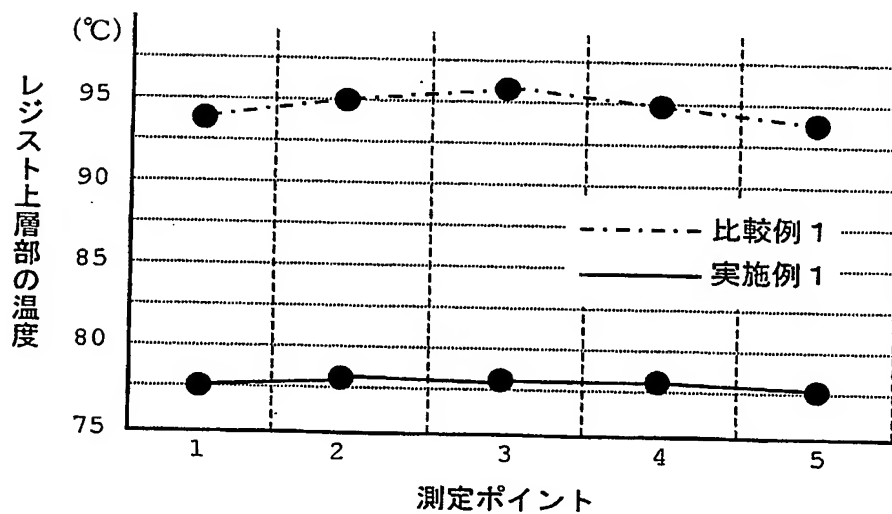
【図 6】



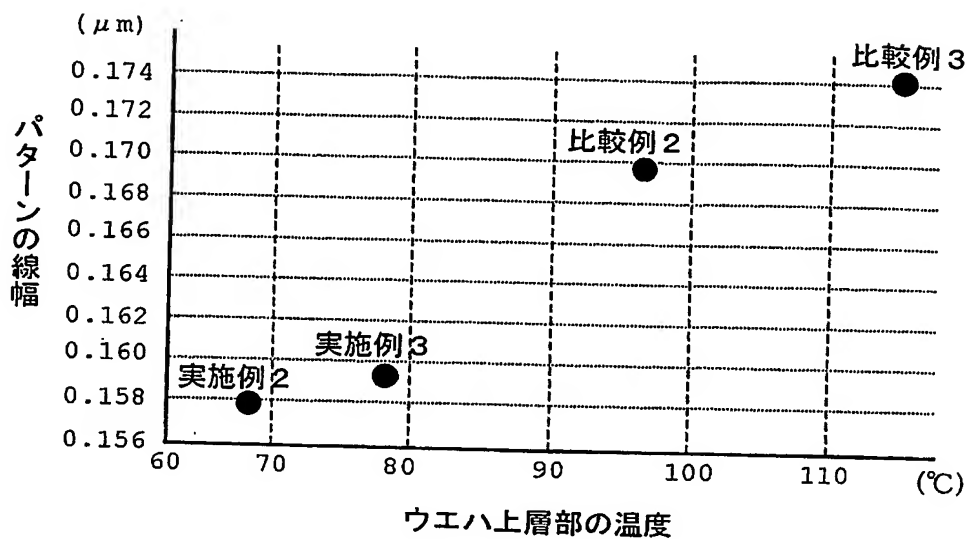
【図 7】



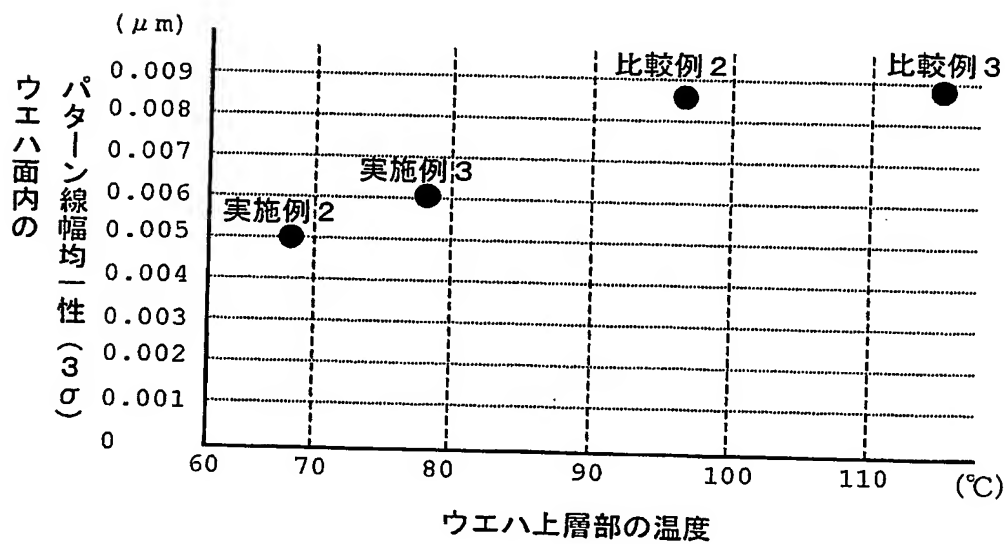
【図 8】



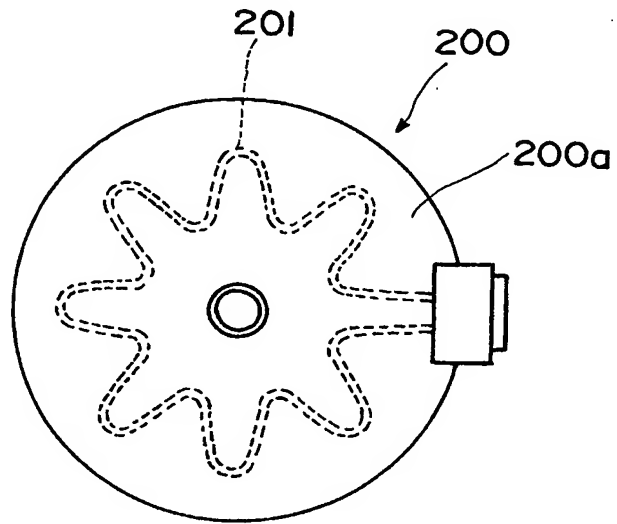
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 熱処理装置内の温度制御を行なうことにより、被処理基板上に形成されたパターンの現像処理の精度を向上させ、安定したパターン現像処理をすることのできる熱処理装置および熱処理装置内温度制御方法を提供する。

【解決手段】 前記被処理基板を加熱する熱板 2 と、前記熱板 2 の加熱によって形成される加熱空間 30 と、前記加熱空間 30 の上方に設けられ、前記加熱空間 30 より温度の低い気体が流動する流動空間 31 とを備え、前記熱板 2 の温度よりこの熱板 2 に載置された被処理基板 W の上面温度が低く、また前記被処理基板 W の上面温度より前記加熱空間 30 の温度が低く、更に前記加熱空間 30 の温度よりも流動空間の温度が低く形成される。

【選択図】 図 2

特願 2003-097840

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[000219967]

1. 変更年月日
[変更理由]

住 所
氏 名

1994年 9月 5日

住所変更
東京都港区赤坂5丁目3番6号
東京エレクトロン株式会社

2. 変更年月日
[変更理由]

住 所
氏 名

2003年 4月 2日

住所変更
東京都港区赤坂五丁目3番6号
東京エレクトロン株式会社